

**ANALISIS PEMBENTUKAN MIKRONUKLEUS AKAR
BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.) YANG TERCEMAR
PREMIUM**

Skripsi

Diajukan Untuk Memenuhi dan Melengkapi Sebagai Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu Biologi

Oleh:

**AYESHA UTARI HENDRAS RESTUTI
NPM.1711060012**

Jurusan: Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1443 H/ 2021M**

**ANALISIS PEMBENTUKAN MIKRONUKLEUS AKAR
BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.) YANG TERCEMAR
PREMIUM**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Dan Melengkapi Sebagai Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) Dalam Ilmu Biologi

Oleh:

**AYESHA UTARI HENDRAS RESTUTI
NPM.1711060012**

Jurusan: Pendidikan Biologi

Pembimbing I : Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si
Pembimbing II : Marlina Kamelia, M.Sc



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1442 H/ 2021 M**

ABSTRAK

Bahan Bakar Minyak (BBM) adalah bahan bakar yang berasal dan atau diolah dari minyak bumi. Premium mengandung tetra-etil-lead yang mengandung timbal dengan nilai oktan 88. Senyawa timbal merupakan zat kimia yang bersifat karsinogenik yang dapat memicu aberasi dan kerusakan kromosom yang dapat terekspresikan dalam bentuk mikronukleus. Senyawa lain yang biasa ditemukan dalam bensin adalah BTEX. BTEX adalah senyawa organik dalam turunan minyak bumi yang telah dipelajari secara khusus menunjukkan sifat toksik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya mikronukleus sebagai akibat paparan premium. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 Faktor yaitu konsentrasi premium P1(5%), P2 (10%), P3 (15%), P4 (20%) P5 (25%) dan lama waktu paparan T1 (24 jam), T2 (48 jam), T3 (72 jam). Analisis statistik adalah analisis Two Way ANOVA, uji lanjut Tukey. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi premium berpengaruh terhadap pembentukan mikronukles akar bawang merah (*Allium cepa* L.) nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$), waktu paparan berpengaruh terhadap pembentukan mikronukles akar bawang merah (*Allium cepa* L.) nilai signifikansi 0,014 ($p < 0,05$), interaksi antara konsentrasi dan lama waktu paparan tidak berpengaruh terhadap pembentukan mikronukles akar bawang merah (*Allium cepa* L.) 0,999 ($p > 0,05$). Semakin tinggi konsentrasi pencemar yang digunakan jumlah mikronukleus semakin banyak.

Kata kunci : *Allium cepa* L, BBM, genetoksik, mikronukleus, premium.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Letkol. H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung 35131 Telp (0721) 703260

PERSETUJUAN

Judul skripsi : Analisis Pembentukan Mikronukleua Akar Bawang Merah (*Allium cepa* L.)
Yang Tercemar Premium
Nama : Ayesha Utari Hendras Restuti
NPM : 1711060012
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Prodi : Pendidikan Biologi

MENYETUJUI

Untuk dimunaqosahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqosah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Rina Budi Sativarti, M.Si

NIP.198301072005012005


Marlina Kamelia, M.Sc

NIP.198103142015032001

Mengetahui

Ketua Jurusan Pendidikan Biologi


Dr. Eko Kuswanto, M.Si

NIP.19750514 2008 01 1 009



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol. H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung 35131, Telp (0721) 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **“Analisis Pembentukan Mikronukleua Akar Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Yang Tercemar ‘Premium’** Disusun oleh: **Ayesha Utari Hendras Restuti, NPM :1711060012**, Prodi **Pendidikan Biologi**, telah ditujikan dalam sidang Munaqasah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada Hari/Tanggal : **Rabu, 28 Juli 2021**

TIM MUNAQASAH

Ketua Sidang : **Dr. Eko Kuswanto, M.Si**

Sekretaris : **Aulia Ulmillah, M.Sc**

Penguji Utama : **Dwijowati Asih Saputri, M.Si**

Penguji I : **Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si**

Penguji II : **Marlina Kamelia, M.Sc**

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. H. Nirva Diana, M.Pd
NIP. 196408281988032002

MOTTO

٤١ ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar) (QS. Ar-Rum: 41)”¹



¹“Quran Surat Ar-Rum Ayat 41-42 Arab, Latin, Terjemahan Arti Bahasa Indonesia,” accessed September 8, 2020, <https://tafsirweb.com/37708-quran-surat-ar-rum-ayat-41-42.html>.

PERSEMBAHAN

Allhamdullilah, Penulis haturkan rasa puji syukur atas kehadiat Allah SWT yang telah memberikan nikmat yang tak terhitung jumlahnya dan kesempatan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan penuh kesabaran, semangat, danda. Karya sederhana ini penulis persembahkan kepada :

1. Kedua orang tuaku tersayang bapak Muhamad Junaidi, A.Md., dan Ibu Sugiatmi, A.Md. Terima kasih telah membesarkan dan mendidikku dengan penuh kasih sayang yang tiada henti-hentinya, telah memberikan dukungan baik moril maupun materil, serta mendo'akan untuk keberhasilan ku. Semoga Allah SWT senantiasa membererikan rahmat, kesehatan, keselamatan, serta perlindungan dan keberkahan kepada bapak dan ibu. *Aamiin ya Rabbal'alamin*.
2. Kakakku Giska Rizki Karunia Putry, S.Pd, yang telah memberikan semangat serta memotivasiku untuk pantang menyerah dan adikku sikecil Letty Erviana yang telah menghibur saat penat singgah. Serta keluarga besar Kakung Sikan yang telah mendukungku secara penuh dan menyemangati satu sama lain.
3. Prof. Dr. Hj. Nilawati Tadjuddin, M.Si., bunda asuhku yang selalu memberi nasehat, motivasi, serta arahan untuk selalu bersemangat menggapai cita – cita dan mengajarku *soft skill* setiap harinya.
4. Almamater tercinta Universitas Negeri Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama panjang Ayesha Utari Hendras Restuti, dengan sapaan Ayesha, lahir pada tanggal 22 April 1999 di desa Gunungsari, Kecamatan Ulubelu, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Merupakan putri ke – dua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Muhamad Junaidi, A.Md., dan Ibu Sugiatmi, A.Md.

Penulis memulai pendidikan awal di TK Islam Gunungsari selama 3 tahun. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan dasar di SD Negeri 1 Gunungsari dari tahun 2006 hingga 2011. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 2 Ulubelu, Tanggamus dan lulus pada tahun 2014. Selama mengenyam pendidikan sekolah menengah pertama penulis aktif mengikuti organisasi osis dan menjabat sebagai ketua osis masa bakti 2012/2013, penulis juga aktif dalam organisasi pramuka serta ekstrakurikuler *drumb band*.

Penulis melanjutkan jenjang pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Gadingrejo, Pringsewu peminatan Matematika dan Ilmu Alam (M-IA). Saat di jenjang SMA penulis aktif mengikuti berbagai perlombaan seperti Olimpiade Geografi, LCC 4 Pilar, LCT 4 Pilar, Essay Kebangsaan, dan Pidato Pusat Bahasa Provinsi Lampung.

Pada tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan jenjang pendidikan tinggi di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, pada program studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Selama menjadi mahasiswa pendidikan biologi penulis aktif menjadi asisten praktikum diantaranya kimia dasar, biokimia, dan struktur hewan.

Tahun 2020 penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata Dari Rumah (KKN- DR) di desa kelahiran penulis yaitu Desa Gunungsari, Kecamatan Ulubelu, Kabupaten Tanggamus. Kemudian penulis melaksanakan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL) di MTs Negeri 1 Bandar Lampung.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Penulis ucapkan rasa syukur atas limpahan rahmat dan karunia Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Pembentukan Mikronukleus Akar Bawang Merah (*Allium cepa*) yang Tercemar Premium” Sholawat serta salam selalu dipanjatkan kepada Nabi Muhammad SAW dan keluarga serta sahabatnya, yang senantiasa dinantikan syafaat-Nya di akhirat nanti.

Penulis menyadari banyak keterbatasan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak agar menjadi pembelajaran bagi penulis maupun pembaca. Penulis mengerjakan skripsi ini tidak terlepas dari arahan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. H. Moh Mukri, M Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung;
2. Ibu Prof. Dr.Hj. Nirva Diana,M.Pd., selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung beserta stafnya yang telah memberikan kemudahan kepada penulis sehingga skripsi dapat terselesaikan;
3. Bapak Dr. Eko Kuswanto,M.Si., selaku ketua Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan;
4. Bapak Fredi Ganda Putra, M.Pd., selaku sekretaris Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan.
5. Ibu Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si, selaku dosen pembimbing 1 yang telah merelakan waktunya untuk membimbing, mengarahkan dan memotivasi penulis selama penyelesaian skripsi ini;
6. Ibu Marlina Kamelia, M.Sc., selaku dosen Pembimbing II yang telah meluangkan banyak waktu dan kesabaran untuk membimbing, mengarahkan dan memotivasi penulis selama penyelesaian skripsi ini;
7. Ibu Dwijowati Asih Saputri, M.Si., yang telah meluangkan banyak waktu dan memberi banyak arahan serta motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini;

8. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung yang telah mendidik penulis selama menempuh pendidikan di UIN Raden Intan Lampung;
9. Ibu Oktafiana, S.Pd., selaku Laboran Pendidikan Biologi yang telah meluangkan waktunya selama penelitian berlangsung;
10. Kakakku tersayang Giska Riski Karunia Putry, S.Pd., dan adikku Letty Erviana yang selalu memberikan semangat dan motivasi serta menghiburku dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Tim *zero mistake*, Dea Chrestella, Erly Intan Safitri, EkaPuspita Sari, Riska Syahfina dan Tantri Subo Marmanik, S.Pd yang banyak membantu, memotivasi dan menyemangati. Terimakasih untuk segala moment yang telah kita lewati baik itu suka maupun duka selama prose perkuliahan;
12. Temanku sejak SD Chafit Hasyim yang telah mendukung, memberi nasehat, motivasi, mendengarkan segala keluh kesah, serta menghiburku dalam menyelesaikan skripsi ini;
13. Sevia Dwi Suryani, Annisa Fajrin Surya, Widya Eko, Febta Dwi B, Kenny Candra P, Iqbal Salim M, Budi Prasetyo yang telah ikhlas berdiskusi dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan secara satu persatu, terima kasih untuk bantuan dan motivasinya sehingga penulis dapat menyelesaikan jenjang strata 1 ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 25 Juli 2021
Penulis

Ayesha Utari Hendras Restuti
NPM.1711060012

DAFTAR ISI

Halaman

COVER.....	i
ABSTRAK.....	iii
MOTTO.....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
RIWAYATHIDUP.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	1x
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GRAFIK	xi
BAB I Pendahuluan	2
A. Penegasan Judul	4
B. Latar Belakang Masalah	5
C. Identifikasi dan Batasan Masalah	2
D. Rumusan Masalah	2
E. Tujuan Penelitian.....	2
F. Manfaat Penelitian.....	2
G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	3
H. Sistematika Penulisan	4
BAB II Landasan Teori dan Pengajuan Hipotesis.....	11
A. Landasan Teori	11
B. Hipotesis Penelitian	21
C. Hipotesis Statistika	Error! Bookmark not defined.
BAB III Metode Penelitian	22
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
B. Pendekatan dan Jenis Penelitian	22
C. Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Data.....	22

D. Definisi Operasional Variabel	23
E. Metode Pengumpulan Data	23
F. Prosedur Penelitian	22
G. Teknik Analisis Data	25
BAB IV Hasil dan Pembahasan.....	26
A. Hasil.....	26
B. Pembahasan.....	31
BAB V Penutup.....	38
A. Kesimpulan.....	38
B. Rekomendasi.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1.....	21
Gambar 4.1.....	36



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	12
Tabel 3.1	23
Tabel 4.1	26
Tabel 4.2	27
Tabel 4.3	30
Tabel 4.4	30



DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.1	28
Grafik 4.2	28
Grafik 4.3	29
Grafik 4.4	29



BAB I PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Judul proposal skripsi ini adalah “Analisis Pembentukan Mikronukleus Akar Bawang Merah (*Allium cepa* L.) yang Tercemar Premium”. Untuk memahami maksud dan tujuan maka diperlukan penegasan judul. Judul ini memiliki beberapa istilah antara lain :

1. Analisis menurut kamus besar bahasa Indonesia yaitu penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab musabab, duduk perkaranya, dan sebagainya)²
2. Mikronukleus adalah struktur menyerupai nukleus yang berukuran lebih kecil dari nucleus. Mikronukleus terjadi akibat kegagalan pembagian kromosom pada saat mitosis sel karena suatu proses genotoksitas.³
3. Tercemar menurut kamus besar bahasa Indonesia yaitu sesuatu yang dialami yang bersentuhan dengan kondisi lingkungan yang memiliki efek merugikan.⁴
4. Premium adalah bahan bakar bensin yang mengandung tetra-etil-lead dengan nilai oktan 88.⁵

Berdasarkan penegasan kalimat yang telah dipaparkan penulis dalam judul “Analisis Pembentukan Mikronukleus Akar Bawang Merah (*Allium cepa* L.) yang Tercemar Premium” maka yang penulis maksud adalah untuk mengetahui apakah ada pengaruh premium terhadap pembentukan mikronukleus pada akar bawang merah (*Allium cepa* L.)

²“Hasil Pencarian - KBBI Daring.Diakses pukul 20: 11 18 April 2020.”

³Eka Fibayani Imaniar and Made Pharmawati, “Kerusakan Kromosom Bawang Merah (*Allium Cepa* L.) Akibat Perendaman dengan Etidium Bromida,,” *Simbiosis*, no. 2 (n.d.).2014.

⁴“Hasil Pencarian - KBBI Daring,” accessed 05:42 April 28, 2020, <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/paparan>.

⁵Sitilia Muhartiningsih and Yuningtyaswari Yuningtyaswari, “Perbandingan Pengaruh Pendedahan Uap Bensin Jenis Pertamina Dan Premium Terhadap Gambaran Histologi Bronkus Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*) Jantan,” *MAGNA MEDICA: Berkala Ilmiah Kedokteran Dan Kesehatan* 6, no. 1 (2019): 19–30.

B. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara dengan tingkat pertumbuhan kepemilikan kendaraan yang tinggi, dalam kurun waktu 10 tahun terakhir telah terjadi lonjakan jumlah kendaraan bermotor yang sangat pesat, khususnya oleh pertambahan sepeda motor yang mencapai 30%.⁶ Menurut data terakhir Korps Lalu Lintas Kepolisian Republik Indonesia (Korlantas Polri), jumlah kendaraan yang beroperasi diseluruh Indonesia pada rentang 2013 mencapai 104,211 juta unit, naik sebesar 12% dari 2012; yakni sebanyak 94,299 juta unit.

Kendaraan bermotor adalah semua kendaraan beroda beserta gandengannya, merupakan alat transportasi darat yang digerakkan oleh peralatan tehnik berupa motor atau peralatan lainnya yang berfungsi untuk mengubah suatu sumber daya energi tertentu menjadi tenaga bergerak, dengan bantuan bahan bakar minyak atau tenaga alam sebagai bahan pembakaran.

Peningkatan pertumbuhan jumlah kendaraan berbanding lurus dengan kebutuhan Bahan Bakar Minyak (BBM). Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi manusia sebagai bahan bakar berbagai moda transportasi. Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi (BPH Migas) memproyeksikan kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) pada 2021 akan naik 12,9% menjadi 80 juta kilo liter (kl) dibandingkan 2020 yang diperkirakan hanya sekitar 70,8 juta kilo liter (kl).⁷

Di pasaran terdapat beberapa jenis BBM yang dapat digunakan oleh masyarakat salah satunya adalah BBM jenis bensin premium dan pertamax. Jenis bensin tersebut dibedakan berdasarkan nilai oktan (RON), bensin premium mengandung tetra-etil-lead yang mengandung timbal dengan nilai oktan 88 sedangkan pertamax mengandung metil-tertil-butyl-eter atau etil-tertil-butyl-eter sebagai

⁶Ismiyati Ismiyati, Devi Marlita, and Deslida Saidah, "Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor," *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik* 1, no. 3 (2014): 241–48.

⁷Anisatul Umah and CNBC Indonesia, "Ekonomi Bangkit, Kebutuhan BBM Bakal Melonjak 13% Di 2021," n.d., accessed March 24, 2021.

pengganti timbal dengan nilai oktan 92.⁸ Senyawa timbal merupakan zat kimia yang bersifat karsinogenik yang dapat memicu aberasi dan kerusakan kromosom, timbal juga dapat mempengaruhi otak, sistem syaraf, darah, sistem pencernaan dan sistem pernafasan. Bahan Bakar Minyak (BBM) yang mengandung timbal adalah premium, kadar timbal dalam bahan bakar premium adalah 0,3 gram perliter. Senyawa lain yang biasa ditemukan dalam bensin adalah BTEX, merupakan singkatan dari empat senyawa yang ditemukan dalam produk minyak bumi yaitu benzene, toluene, xylene dan ethylbenzene. BTEX adalah senyawa organik dalam turunan minyak bumi yang telah dipelajari secara khusus menunjukkan sifat toksik, mobilitas dilingkungan dan kelarutan yang tinggi dalam air.⁹

Penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) disisi lain dapat memberikan dampak negatif yaitu pencemaran lingkungan, baik pencemaran tidak langsung maupun pencemaran langsung. Pencemaran tidak langsung dapat terjadi ketika BBM dibakar dalam kendaraan bermotor dan menghasilkan gas buang yang dapat mencemari udara. Bahanpencemar yang terkandung dalam gas buangkendaraan bermotor antara lain belerang dioksida (SO₂) karbondioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), timbale (Pb), dan benzene.¹⁰ Dampak pencemaran tidak langsung dari BBM telah banyak diteliti, antara lain adalah penelitian mengenai terbentuknya mikronukleus mukosa rongga mulut akibat paparan genetoksik emisi gas buang kendaraan serta penelitian uji mikronukleus tumbuhan *Tradescantia* untuk mengevaluasi potensi genetoksik emisi lalu lintas di kota – kota Eropa.^{11,12} Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan

⁸Muhartiningsih and Yuningtyaswari, “Perbandingan Pengaruh Pendedahan Uap Bensin Jenis Pertamina Dan Premium Terhadap Gambaran Histologi Bronkus Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*) Jantan.”

⁹Dânia Elisa Christofoletti Mazzeo, Thaís Cristina Casimiro Fernandes, and Maria Aparecida Marin-Morales, “Cellular Damages in the Allium Cepa Test System, Caused by BTEX Mixture Prior and after Biodegradation Process,” *Chemosphere* 85, no. 1 (2011): 13–18.

¹⁰Ismiyati, Marlita, and Saidah, “Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor.”

¹¹Pandega Gama Mahardika, “Pengaruh Paparan Emisi Terhadap Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Di Mukosa Rongga Mulut,” 2012.

bahwa substansi genetoksis emisi gas buang kendaraan berpengaruh positif terhadap pembentukan mikronukleus. Mikronukleus adalah inti sel kedua yang berukuran lebih kecil dari inti sel utama dalam satu sel. Mikronukleus terbentuk karena adanya fragmentasi kromosom pada saat proses pembelahan yaitu pada fase anafase akibat paparan zat genetoksik.

Pencemaran langsung BBM dapat diakibatkan karena kebocoran bahan bakar baik dari pipa penyaluran bahan bakar ataupun tangki penampungan di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) serta tumpahan bahan bakar.¹³ Hal ini merupakan sumber utama kontaminasi BTEX. Pada tahun 2018 Pemerintah Indonesia menyatakan darurat bencana karena kebocoran BBM dari pipa di Balikpapan.¹⁴ Kebocoran ini mengakibatkan kerusakan lingkungan. Kebocoran BBM dari tangki penyimpanan dapat mencemari tanah dan air secara langsung. BBM yang bocor ini akan merembes ke tanah, mengalir mengikuti air tanah, sebagian BBM terperangkap dalam pori – pori tanah dan terserap kedalam partikel tanah, sehingga dapat mencemari tanah dan air tanah disekitarnya. Dampak kebocoran tangki harus mendapat perhatian serius karena BBM memiliki senyawa toksik. Sekecil apapun potensi pencemaran BBM harus tetap diwaspadai, proses pembersihan pencemaran BBM sukar dilakukan, butuh waktu yang lama dan biaya yang besar.

Toksisitas BBM secara tidak langsung dalam emisi gas buang terbukti berpengaruh terhadap kerusakan DNA yang terekspresikan melalui pembentukan mikronukleus. Uji mikronukleus banyak digunakan sebagai uji biologis yang mampu mendeteksi mutasi gen

¹²Andreas Klumpp et al., “Tradescantia Micronucleus Test Indicates Genotoxic Potential of Traffic Emissions in European Cities,” *Environmental Pollution* 139, no. 3 (February 1, 2006): 515–22, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.05.021>.

¹³Lukman Nulhakim and Dody Guntama, “Simulasi Sebaran Pencemaran BTEX Di Daerah Sekitar SPBU Yang Mengalami Kebocoran Tangki Timbun BBM,” *Jurnal Teknologi* 6, no. 1 (2018): 11–24.

¹⁴“Polisi: Tumpahan minyak di Teluk Balikpapan berasal dari pipa Pertamina,” BBC News Indonesia, April 4, 2018, <https://www.bbc.com/indonesia/indonesia-43640595>.

untuk menilai efek mutagenik dari kontaminan lingkungan.¹⁵ Uji mikronukleus untuk menilai potensi genotoksik pencemaran BBM jenis premium secara langsung belum dilakukan oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai toksisitas BBM secara tidak langsung terhadap kerusakan DNA yang terekspresi melalui pembentukan mikronukleus. Pentingnya penelitian ini adalah sebagai petunjuk toksisitas BBM secara langsung yang dapat menjadi peringatan mengenai dampak negatif BBM secara langsung bagi lingkungan sehingga di harapkan kasus pencemaran BBM secara langsung dapat ditekan.

Tumbuhan tingkat tinggi seperti *Tradescantia*, *Vicia vaba* dan *Allium sp.*, banyak digunakan untuk mendeteksi bahan – bahan kimia yang menyebabkan penyimpangan sitogenik dan mutasi gen.¹⁶ *Allium sp* dipilih karena pertumbuhannya yang relatif cepat, komposisi dinding selnya relatif mudah ditembus oleh larutan fiksatif dan pewarna, biaya yang diperlukan rendah, banyak akar, memiliki kromosom yang besar, cukup mudah dibuat preparatnya serta waktu pengujian yang relatif cepat.

Allah SWT. berfirman pada surah Ar-Rum ayat 41 tentang pencemaran lingkungan yaitu

٤١ ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar) (QS. Ar-Rum: 41)¹⁷

¹⁵José Roberto Cardoso Meireles and Eneida de Moraes Marcílio Cerqueira, “Use of the Micronucleus Test on *Tradescantia* (Trad-MCN) to Evaluate the Genotoxic Effects of Air Pollution,” *Air Pollution - New Developments*, September 6, 2011, <https://doi.org/10.5772/17959>.

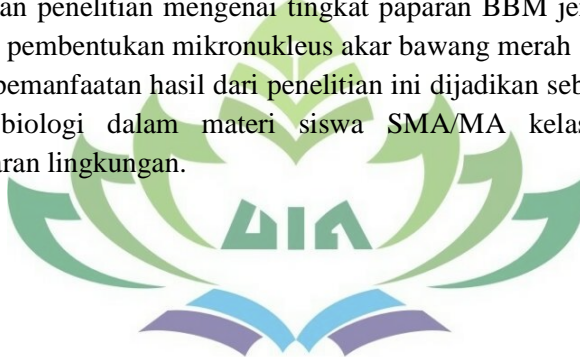
¹⁶Marhamah Marhamah, “Pengujian Logam Berat Plumbum (Pb) Terhadap Pembentukan Mikronukleus Pada Akar Bawang Merah (*Allium Ascalanum L.*),” in *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, vol. 1, 2018, 686–90.

¹⁷“Quran Surat Ar-Rum Ayat 41-42 Arab, Latin, Terjemahan Arti Bahasa Indonesia,” accessed September 8, 2020, <https://tafsirweb.com/37708-quran-surat-ar-rum-ayat-41-42.html>.

Ayat Al-Qur'an tersebut menjelaskan bahwasanya sebagai makhluk kita diwajibkan menjaga lingkungan hidup dan dilarang membuat kerusakan. Dampak negatif dari penggunaan BBM berkaitan erat dengan pencemaran lingkungan dan dapat berdampak buruk bagi kehidupan. Penggunaan BBM secara bijak diperlukan untuk meminimalisir dampak negatif yang ditimbulkan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Perkembangan dunia pendidikan dengan seiring waktu, dibutuhkan sumber belajar untuk mendukung proses pembelajaran. Sumber belajar adalah kebutuhan penting sebagai sumber informasi yang diperlukan dalam suatu pembelajaran.¹⁸ Perlunya sumber belajar kontekstual yang bersumber dari lingkungan sekitar akan menambah wawasan lebih luas bagi peserta didik.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti bermaksud melakukan penelitian mengenai tingkat paparan BBM jenis premium terhadap pembentukan mikronukleus akar bawang merah (*Allium cepa* L.) dan pemanfaatan hasil dari penelitian ini dijadikan sebagai sumber belajar biologi dalam materi siswa SMA/MA kelas X materi pencemaran lingkungan.



¹⁸Andi Ikhsan, Sulaiman Sulaiman, and Ruslan Ruslan, "Pemanfaatan Lingkungan Sekolah Sebagai Sumber Belajar Di SD Negeri 2 Teunom Aceh Jaya," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar* 2, no. 1 (2017).

C. Identifikasi dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis dapat mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Terjadinya pencemaran yang disebabkan oleh Bahan Bakar Minyak (BBM).
2. Dampak pencemaran langsung Bahan Bakar Minyak (BBM) yang berbahaya bagi lingkungan.
3. Pembentukan mikronukleus pada tumbuhan akibat paparan genetoksitas Bahan Bakar Minyak (BBM).

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagian tanaman bawang merah (*Allium cepa* L.) adalah meristem akar.
2. Penelitian ini berfokus pada mikronukleus akar bawang merah (*Allium cepa* L.)

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalah penelitian ini adalah adakah:

1. Apakah terdapat pengaruh konsentrasi premium terhadap pembentukan mikronukleus akar bawang merah (*Allium cepa* L.)?
2. Apakah terdapat pengaruh lama waktu pemaparan premium terhadap pembentukan mikronukleus akar bawang merah (*Allium cepa* L.)?
3. Apakah terdapat interaksi antara konsentrasi dan lama waktu pemaparan premium terhadap pembentukan mikronukleus akar bawang merah (*Allium cepa* L.)?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah diatas tujuan penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh konsentrasi premium terhadap pembentukan mikronukleus akar bawang merah (*Allium cepa* L.)
2. Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh lama waktu pemaparan premium terhadap pembentukan mikronukleus akar bawang merah (*Allium cepa* L.)

3. Untuk mengetahui apakah terdapat interaksi antara konsentrasi dan waktu pemaparan premium terhadap pembentukan mikronukleus akar bawang merah (*Allium cepa* L.)

F. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi pendidik, sebagai bahan ajar tambahan untuk materi pencemaran lingkungan.
2. Bagi peneliti berguna sebagai tambahan wawasan/ ilmu pengetahuan, pengalaman dan pemikiran dalam bidang biologi.
3. Bagi institusi UIN Raden Intan Lampung sebagai bahan masukan untuk menambah kepustakaan dan acuan untuk melanjutkan penelitian yang sejenis dan lebih mendalam.

G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Untuk mendukung keabsahan penelitian, peneliti mengacu pada penelitian relevan yang pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian mengenai pembentukan mikronukleus pada tumbuhan pernah dilakukan sebelumnya, yaitu penelitian oleh Marhamah yang berjudul “Pengujian logam berat *Plumbum* (Pb) terhadap pembentukan mikronukleus pada akar bawang merah (*Allium ascalanum* L.)”, penelitian dilakukan dengan merendam akar bawang merah (*Allium ascalanum* L.) menggunakan larutan Pb (NO₃)² konsentrasi 0 ppm, 1 ppm, 1,5 ppm, 2 ppm, dan 3 ppm dengan variasi perendaman 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Hasil analisis data menunjukkan bahwa logam berat Pb dengan dosis berbeda berpengaruh nyata terhadap jumlah mikronukleus yang terbentuk pada akar bawang merah (*Allium ascalanum* L.), semakin tinggi dosis pemaparan menyebabkan semakin banyak mikronukleus yang ditemukan.¹⁹

Penelitian oleh Daniela Morais Leme, dkk yang berjudul “Penyimpangan kromosom dan frekuensi mikronukleus dalam sel *Allium cepa* yang terpapar air yang tercemar minyak bumi – studi kasus”. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kualitas air

¹⁹Marhamah, “Pengujian Logam Berat *Plumbum* (Pb) Terhadap Pembentukan Mikronukleus Pada Akar Bawang Merah (*Allium Ascalanum* L.).”

sungai Guaeca yang terletak di kota São Sebastião, SP, Brazil yang mengalami kebocoran pipa minyak. Hasil pengujian menunjukkan frekuensi mikronukleus yang lebih besar dari akar yang terpapar sampel air sungai Guaeca.²⁰

Penelitian lainnya dilakukan oleh José Roberto Cardoso Meireles dan Eneida de Moraes Marcílio Cerqueira yang berjudul “Penggunaan uji mikronukleus aktif *Tradescantia* (Trad- MCN) untuk mengevaluasi efek genotoksik polusi udara di Brazil”, penelitian dilakukan dengan memaparkan tanaman genus *Tradescantia* pada tiga tempat yang berbeda yaitu tempat dengan intensitas polusi udara tinggi, sedang dan rendah. Hasilnya, tempat dengan intensitas polusi udara yang tinggi menunjukkan jumlah pembentukan mikronukleus yang lebih banyak dibandingkan dengan dua tempat yang lebih rendah intensitasnya.²¹

H. Sistematika Penulisan

Untuk memahami lebih jelas mengenai proposal ini, sistematika penulisan disusun sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi penegasan judul, latar belakang masalah, identifikasi dan batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kajian penelitian terdahulu yang relevan, serta sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori dan Pengajuan Hipotesis

Bab ini berisikan teori yang berupa pengertian dan definisi yang diambil dari kutipan buku atau jurnal yang berkaitan dengan penyusunan proposal skripsi, hipotesis penelitian dan hipotesis statistika.

²⁰Daniela Morais Leme, Dejanira de Franceschi de Angelis, and Maria Aparecida Marin-Morales, “Action Mechanisms of Petroleum Hydrocarbons Present in Waters Impacted by an Oil Spill on the Genetic Material of Allium Cepa Root Cells,” *Aquatic Toxicology* 88, no. 4 (2008): 214–19.

²¹Meireles and Cerqueira, “Use of the Micronucleus Test on *Tradescantia* (Trad-MCN) to Evaluate the Genotoxic Effects of Air Pollution.”

BAB III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan waktu dan tempat penelitian, pendekatan dan jenis penelitian, populasi, sampel dan teknik pengambilan data, definisi operasional variabel, metode pengumpulan data, prosedur penelitian, serta teknik analisis data.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan hasil dan pembahasan hasil penelitian yang berisi hasil deskripsi analisis data penelitian dengan cara menginterpretasi temuan penelitian, menjelaskan hubungan antara temuan penelitian dengan penelitian terdahulu yang relevan dan menjelaskan implikasi hasil penelitian termasuk keterbatasan penelitian.

BAB V Penutup

Bab ini menjelaskan simpulan yang berisi pernyataan singkat peneliti tentang hasil penelitian berdasarkan pada analisis data dan temuan penelitian. Serta rekomendasi berupa saran – saran praktis dan teoritis.



BAB V

Penutup

A. Simpulan

Hasil dari penelitian dan pembahasan memberikan kesimpulan bahwa konsentrasi premium berpengaruh terhadap pembentukan mikronukles akar bawang merah (*Allium cepa* L.) nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$), waktu paparan berpengaruh terhadap pembentukan mikronukles akar bawang merah (*Allium cepa* L.) nilai signifikansi 0,014 ($p < 0,05$), interaksi antara konsentrasi dan lama waktu paparan tidak berpengaruh terhadap pembentukan mikronukles akar bawang merah (*Allium cepa* L.) 0,999 ($p > 0,05$).

B. Rekomendasi

1. Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh guru biologi dan peserta didik sebagai tambahan ilmu pengetahuan dalam proses belajar mengajar.
2. Pada penelitian ini, tidak dilakukan pengukuran secara spesifik kandungan senyawa yang ada dalam premium. Penelitian secara spesifik kandungan premium dalam paparan dapat dijadikan penelitian bagi peneliti selanjutnya.
3. Aksi sinergis dari kandungan senyawa dalam premium belum diketahui secara spesifik sehingga dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dan mendalam mengenai hal tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamakis, Ioannis-Dimosthenis S., Emmanuel Panteris, Anna Cherianidou, and Eleftherios P. Eleftheriou. "Effects of Bisphenol A on the Microtubule Arrays in Root Meristematic Cells of *Pisum Sativum* L." *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 750, no. 1–2 (2013): 111–20.
- Alberts, B., A. Johnson, P. Walter, J. Lewis, M. Raff, and K. Roberts. "Molecular Cell Biology." *New York: Garland Science*, 2008.
- ATSDR-AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES, AND DISEASE REGISTRY. *Interaction Profile for: Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylenes (BTEX)*. US Department of Health and Human Services Public Health Service Atlanta, 2004.
- Connel, Des W., and Gregory J. Miller. "Kimia Dan Ekotoksikologi Pencemaran." *Penerjemah: Koestoer, Y. Judul Asli: Chemistry and Ecotoxicology Of Pollution. Tahun*, 1995.
- Dewi, Ayu Kusuma, and Gunawan Wibisono. "Pengaruh Paparan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Asap Rokok Terhadap Pembentukan Mikronukleus Di Mukosa Rongga Mulut Petugas Parkir." *Jurnal Kedokteran Diponegoro* 2, no. 1 (2013): 138522.
- "Hasil Pencarian - KBBI Daring." Accessed April 18, 2020. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/analisis>.
- "Hasil Pencarian - KBBI Daring." Accessed April 28, 2020. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/paparan>.
- Henderson, Leigh, David Brusick, Flora Ratpan, and Gauke Veenstra. "A Review of the Genotoxicity of Ethylbenzene." *Mutation Research/Reviews in Mutation Research* 635, no. 2–3 (2007): 81–89.
- Ikhsan, Andi, Sulaiman Sulaiman, and Ruslan Ruslan. "Pemanfaatan Lingkungan Sekolah Sebagai Sumber Belajar Di SD Negeri 2 Teunom Aceh Jaya." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar* 2, no. 1 (2017).
- Imaniar, Eka Fibayani, and Made Pharmawati. "KERUSAKANKROMOSOM BAWANG MERAH (*Allium Cepa*L.) AKIBAT PERENDAMAN DENGAN ETIDIUM BROMIDA." *SIMBIOSIS* 2, no. 2 (n.d.).
- Ismiyati, Ismiyati, Devi Marlita, and Deslida Saidah. "Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor." *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik* 1, no. 3 (2014): 241–48.

- Jiang, Ze, Rong Qin, Huanhuan Zhang, Jinhua Zou, Qiuyue Shi, Junran Wang, Wusheng Jiang, and Donghua Liu. "Determination of Pb Genotoxic Effects in *Allium Cepa* Root Cells by Fluorescent Probe, Microtubular Immunofluorescence and Comet Assay." *Plant and Soil* 383, no. 1 (2014): 357–72.
- Klumpp, Andreas, Wolfgang Ansel, Gabriele Klumpp, Vicent Calatayud, Jean Pierre Garrec, Shang He, Josep Peñuelas, et al. "Tradescantia Micronucleus Test Indicates Genotoxic Potential of Traffic Emissions in European Cities." *Environmental Pollution* 139, no. 3 (February 1, 2006): 515–22. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.05.021>.
- "Komoditas BBM." Accessed March 25, 2021. <https://www.bphmigas.go.id/komoditas-bbm/>.
- Kumar, Abhay, M. N. V. Prasad, and Oksana Sytar. "Lead Toxicity, Defense Strategies and Associated Indicative Biomarkers in *Talinum Triangulare* Grown Hydroponically." *Chemosphere* 89, no. 9 (2012): 1056–65.
- Leme, Daniela Morais, Dejanira de Franceschi de Angelis, and Maria Aparecida Marin-Morales. "Action Mechanisms of Petroleum Hydrocarbons Present in Waters Impacted by an Oil Spill on the Genetic Material of *Allium Cepa* Root Cells." *Aquatic Toxicology* 88, no. 4 (2008): 214–19.
- Luthfi, Muhammad, Muji Setiyo, and Suroto Munahar. "Uji Komposisi Bahan Bakar Dan Emisi Pembakaran Peralite Dan Premium" 10 (2018).
- Mahardika, Pandega Gama. "Pengaruh Paparan Emisi Terhadap Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Di Mukosa Rongga Mulut," 2012.
- Mahardika, Pandega Gama, and Restadiamawati Restadiamawati. "Pengaruh Paparan Emisi Kendaraan Bermotor Terhadap Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Di Mukosa Rongga Mulut Pada Mekanik Bengkel Motor." PhD Thesis, Fakultas Kedokteran, 2012.
- Marhamah, Marhamah. "Pengujian Logam Berat Plumbum (Pb) Terhadap Pembentukan Mikronukleus Pada Akar Bawang Merah (*Allium Ascalanum* L.)." In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 1:686–90, 2018.
- Mazzeo, Dânia Elisa Christofolletti, Thaís Cristina Casimiro Fernandes, and Maria Aparecida Marin-Morales. "Cellular Damages in the *Allium Cepa* Test System, Caused by BTEX

- Mixture Prior and after Biodegradation Process.” *Chemosphere* 85, no. 1 (2011): 13–18.
- Meireles, José Roberto Cardoso, and Eneida de Moraes Marcílio Cerqueira. “Use of the Micronucleus Test on *Tradescantia* (Trad-MCN) to Evaluate the Genotoxic Effects of Air Pollution.” *Air Pollution - New Developments*, September 6, 2011. <https://doi.org/10.5772/17959>.
- Muhartiningsih, Sitilia, and Yuningtyaswari Yuningtyaswari. “Perbandingan Pengaruh Pendedahan Uap Bensin Jenis Pertamina Dan Premium Terhadap Gambaran Histologi Bronkus Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*) Jantan.” *MAGNA MEDICA: Berkala Ilmiah Kedokteran Dan Kesehatan* 6, no. 1 (2019): 19–30.
- Nugroho, Astri. “Bioindikator Kualitas Air.” *Universitas Trisakti. Jakarta* 145 (2006).
- Nulhakim, Lukman, and Dody Guntama. “Simulasi Sebaran Pencemaran BTEX Di Daerah Sekitar SPBU Yang Mengalami Kebocoran Tangki Timbun BBM.” *Jurnal Teknologi* 6, no. 1 (2018): 11–24.
- Pattee, Oliver H., and Deborah J. Pain. “Lead in the Environment.” *Handbook of Ecotoxicology* 2 (2003): 373–99.
- PD, Sugiono. “Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif.” *Pdf. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*, 2014.
- Peraturan Pemerintah Nomor 36 Tahun 2004 Tentang Kegiatan Usaha Hilir Minyak Dan Gas Bumi*, n.d.
- BBC News Indonesia. “Polisi: Tumpahan minyak di Teluk Balikpapan berasal dari pipa Pertamina,” April 4, 2018. <https://www.bbc.com/indonesia/indonesia-43640595>.
- “Quran Surat Ar-Rum Ayat 41-42 Arab, Latin, Terjemahan Arti Bahasa Indonesia.” Accessed September 8, 2020. <https://tafsirweb.com/37708-quran-surat-ar-rum-ayat-41-42.html>.
- Raj, Suman. “Studi Perbandingan Kadar Timbal Pada Bensin Berupa Premium Dan Pertamina Secara Inductively Coupled Plasma/Optical Emission Spectrometry (ICP/OES),” 2014.
- Rank, J., and M. H. Nielsen. “Evaluation of the Allium Anaphase-Telophase Test in Relation to Genotoxicity Screening of Industrial Wastewater.” *Mutation Research/Environmental Mutagenesis and Related Subjects* 312, no. 1 (1994): 17–24.
- Roma-Torres, Joana, João P. Teixeira, Susana Silva, Blanca Laffon, Luís M. Cunha, Josefina Méndez, and Olga Mayan.

- “Evaluation of Genotoxicity in a Group of Workers from a Petroleum Refinery Aromatics Plant.” *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 604, no. 1–2 (2006): 19–27.
- Ulandari, Tina. “Hubungan Lama Waktu Bekerja Pedagang Kaki Lima Dengan Frekuensi Pembentukan Mikronukleus Mukosa Mulut.” UIN Raden Intan Lampung, 2020.
- Umah, Anisatul, and CNBC Indonesia. “Ekonomi Bangkit, Kebutuhan BBM Bakal Melonjak 13% Di 2021,” n.d. Accessed March 24, 2021.
- Vogel, A. I. “Buku Teks Anorganik Kualitatif Makro Dan Semimikro.” *Edisi Ke-5. Bagian II. PT. Kalman Media Pustaka, Jakarta*, 1985.
- Wasteneys, Geoffrey O. *Microtubules Show Their Sensitive Nature*. Oxford University Press, 2003.
- Whysner, John, M. Vijayaraj Reddy, Peter M. Ross, Melissa Mohan, and Elizabeth A. Lax. “Genotoxicity of Benzene and Its Metabolites.” *Mutation Research/Reviews in Mutation Research* 566, no. 2 (2004): 99–130.
- Xu, P., D. Liu, and W. Jiang. “Cadmium Effects on the Organization of Microtubular Cytoskeleton in Interphase and Mitotic Cells of *Allium Sativum*.” *Biologia Plantarum* 53, no. 2 (2009): 387–90.

